

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/057726 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02K 1/27,
21/46

Mads-Clausen-Str. 7, P.O. Box 1443, D-24904 Flensburg
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DK2003/000861

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Dezember 2003 (12.12.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ANDERSEN, Peter,
Scavenius [DK/DK]; Mommarkvej 18, DK-6400 Sønder-
borg (DK).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: NISSEN, Georg; c/o DANFOSS A/S,
Patentabteilung, DK-6430 Nordborg (DK).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 61 761.9 19. Dezember 2002 (19.12.2002) DE

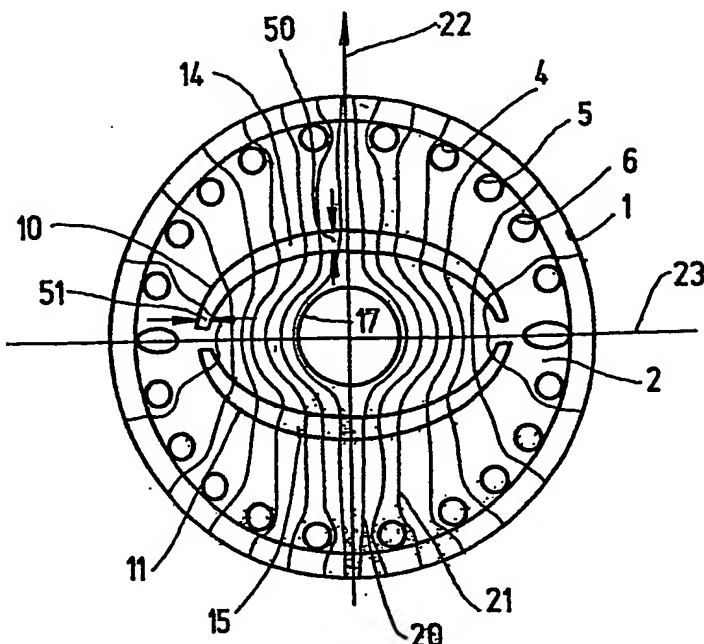
(81) Bestimmungsstaaten (national): AM, AT, AU, BA, BG,
BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE,
HR, HU, IL, IN, IS, JP, KR, KZ, LT, LU, LV, MD, MK,
MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SE, SG, SK, TR, UA, US,
UZ, VN, YU, ZA.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DANFOSS COMPRESSORS GMBH [DE/DE];

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTOR FOR AN ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung: ROTOR FÜR EINEN ELEKTROMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a rotor for an electric motor, particularly an electric line-start motor, comprising spaces (4 to 6) which receive conductor rods and extend in an axial direction, and spaces (10, 11) that accommodate permanent magnets (14, 15), extend in an axial direction, and are embodied and disposed so as to generate a permanent magnetic field having a permanent magnet axis (22) and a neutral axis (23). In order to prevent torque variations during operation of the electric motor, the permanent magnets (14, 15) have a maximum thickness in the area of the permanent magnet axis (22), said thickness decreasing particularly in a regular manner towards the neutral axis (23) in a cross-sectional view of the rotor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Rotor für einen Elektromotor, insbesondere einen Line-Start-Elektromotor, mit in axialer Richtung verlaufenden

Aufnahmeräumen (4 bis 6) für Leiterstäbe und in axialer Richtung verlaufenden Aufnahmeräumen (10, 11) für Permanentmagnete (14, 15), die so ausgebildet und angeordnet sind, dass sie ein Permanentmagnetfeld mit einer Permanentmagnetachse (22) und einer Neutralachse (23) erzeugen. Um Drehmomentschwankungen im Betrieb des Elektromotors zu vermeiden, ist die Dicke der Permanentmagneten (14, 15), im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, im Bereich der Permanentmagnetachse (22) am größten und nimmt ausgehend von der Permanentmagnetachse (22) zur Neutralachse (23) hin insbesondere stetig ab.

WO 2004/057726 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Rotor für einen Elektromotor

Die Erfindung betrifft einen Rotor für einen Elektromotor, insbesondere einen
5 Line-Start-Elektromotor; mit in axialer Richtung verlaufenden Aufnahme-
räumen für Leiterstäbe und mit in axialer Richtung verlaufenden Aufnahme-
räumen für Permanentmagnete, die so ausgebildet und angeordnet sind, dass sie ein Per-
manentmagnetfeld mit einer Permanentmagnetachse und einer Neutralachse
erzeugen.

10 Als Line-Start-Elektromotoren werden Hybrid-Drehstrommotoren bezeichnet, die
eine Kombination eines Drehstromasynchronmotors mit einem Drehstromsyn-
chronmotor darstellen. Ein solcher Line-Start-Elektromotor umfasst einen Stator,
der auch als Ständer bezeichnet wird, mit mehreren Stator- oder Ständerwick-
lungen. Die Ständerwicklungen erzeugen ein Drehfeld, das in einem Läufer oder
15 Rotor eine Spannung erzeugt, durch die der Rotor in Drehung versetzt wird. Der
Rotor eines Line-Start-Elektromotors hat sowohl Merkmale des Rotors eines
Drehstromasynchronmotors als auch Merkmale des Rotors eines Drehstromsyn-
chronmotors. Line-Start-Motoren können auch für einphasige Netzversorgung
ausgelegt werden, eventuell mit Betriebskondensator.

20 In dem Rotor eines Drehstromasynchronmotors, der auch als Induktionsmotor
bezeichnet wird, sind Leiterstäbe zum Beispiel aus Aluminium oder Kupfer im
Wesentlichen in axialer Richtung angeordnet. An den Stirnseiten des Rotors
können die Leiterstäbe durch Kurzschlussringe verbunden sein. Die Leiterstäbe
bilden zusammen mit den Kurzschlussringen die Läuferwicklung und können die
25 Form eines Käfigs haben, weshalb ein solcher Rotor auch als Käfigläufer be-
zeichnet werden kann. In Betrieb bewirkt das Drehfeld der Statorwicklung eine
Flussänderung in den Leiterschleifen des zunächst stillstehenden Rotors. Die
Flussänderungsgeschwindigkeit ist proportional der Drehfelddrehzahl. Die indu-
zierte Spannung lässt Strom in den durch die Kurzschlussringe verbundenen
30 Rotorleiterstäben fließen. Das durch den Rotorstrom erzeugte Magnetfeld be-
wirkt ein Drehmoment, das den Rotor in Drehrichtung des Statordrehfelds dreht.
Wenn der Rotor die Drehzahl des Statordrehfelds erreichen würde, dann wäre
die Flussänderung in der betrachteten Leiterschleife Null und damit auch das die
Drehung bewirkende Drehmoment. Die Rotordrehzahl ist daher bei Drehstrom-

- 2 -

asynchronmotoren stets kleiner als die Drehfelddrehzahl. Der Rotor läuft also nicht mechanisch synchron mit der Drehfelddrehzahl.

5 In dem Rotor eines Drehstromsynchronmotors können zum Beispiel Permanentmagnete angeordnet sein, die im Betrieb ein magnetisches Rotordrehfeld erzeugen. Wenn die Statorwicklung mit Drehstrom versorgt wird, werden die Pole des Rotors durch die Gegenpole des Statorrehfelds angezogen und kurz darauf von dessen gleichartigen Polen abgestoßen. Der Rotor kann in Folge seiner Massenträgheit nicht sofort der Statorrehzahl folgen. Wenn der Rotor aber annähernd die Drehzahl des Statorrehfelds erreicht hat, dann wird der Rotor
10 sozusagen in die Statorrehfelddrehzahl hineingezogen und läuft mit dieser weiter. Das heißt, nach dem Anlaufen des Rotors dreht sich dieser synchron mit der Statorrehfelddrehzahl.

Der Rotor eines Line-Start-Elektromotors umfasst sowohl Permanentmagnete als auch Leiterstäbe. Die Leiterstäbe bilden eine Anlaufhilfe für den Rotor. Wenn
15 annähernd die Drehzahl des Statorrehfelds erreicht worden ist, dann entfalten die Permanentmagnete ihre Wirkung. Der Line-Start-Elektromotor verbindet also die guten Anlaufeigenschaften eines Asynchronmotors, also das große Anlaufmoment, mit dem hohen Wirkungsgrad des Synchronmotors. Beim Anlaufen des Motors entfalten die Leiterstäbe ihre Wirkung, wohingegen die Dauermagnete
20 beim Anlaufen des Motors eigentlich nur eine störende Rolle haben. Während des synchronen Betriebs, zum Beispiel bei 50 Hz oder 3000 U/min., entfalten dagegen die Dauermagnete ihre Wirkung, wohingegen die Leiterstäbe dann nicht mehr zur Erzeugung des Drehmoments beitragen, da im Synchronbetrieb in den Leiterstäben keine Spannung induziert wird.

25 Das im Betrieb des Line-Start-Elektromotors in einem Luftspalt zwischen Rotor und Stator existierende magnetische Feld umfasst zwei Komponenten. Die erste Komponente des resultierenden Felds wird von den Statorwicklungen bewirkt. Dies wird auch als Drehfeld bezeichnet. Die zweite Komponente des resultierenden Felds wird von den Permanentmagneten bewirkt, die auch als Dauermagneten bezeichnet werden können. In Betrieb von herkömmlichen Line-Start-Elektromotoren, wie sie zum Beispiel aus der WO 01/06624A1 bekannt sind,
30 können Drehmomentschwankungen auftreten, die unerwünscht sind.

- 3 -

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Rotor gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere für einen Elektromotor gemäß Oberbegriff des Anspruchs 9, zu schaffen, der das Magnetfeld während synchronen Betriebs annähernd sinusförmig macht.

- 5 Die Aufgabe ist bei einem Rotor für einen Elektromotor, insbesondere einen Line-Start-Elektromotor, mit in axialer Richtung verlaufenden Aufnahme-
räumen für Leiterstäbe und mit in axialer Richtung verlaufenden Aufnahme-
räumen für Permanentmagnete, die so ausgebildet und angeordnet sind, dass sie ein Per-
manentmagnetfeld mit einer Permanentmagnetachse und einer Neutralachse
10 erzeugen, dadurch gelöst, dass die Dicke der Permanentmagneten, im Quer-
schnitt durch den Rotor betrachtet, im Bereich der Permanentmagnetachse am
größten ist und ausgehend von der Permanentmagnetachse zur Neutralachse
hin insbesondere stetig abnimmt. Die Höhe oder Dicke der Permanentmagneten
wird also kleiner, je näher man an die Neutralachse kommt. Das führt dazu, dass
15 das von den Permanentmagneten erzeugte Magnetfeld abgeschwächt wird. Mit
einem im Querschnitt kreisförmigen Rotor in einem im Querschnitt ebenfalls
kreisförmigen Rotoraufnahmeraum eines Stators führt dies zu einem annähernd
sinusförmigen Verlauf der Feldstärke des zwischen Rotor und Stator während
des synchronen Betriebs des Elektromotors existierenden Magnetfelds.
- 20 Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rotors ist dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Aufnahme-
räume für die Permanentmagneten im Wesentli-
chen den gleichen Querschnitt aufweisen wie die Permanentmagnete selbst.
Somit sind die Permanentmagnete praktisch formschlüssig in den Aufnahme-
räumen für die Permanentmagnete aufgenommen. Über den Verlauf der Dicke
25 beziehungsweise Höhe der Permanentmagneten kann die Stärke und Form des
Permanentmagnets gezielt beeinflusst werden.

- Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rotors ist dadurch gekennzeichnet,
dass die Aufnahme-
räume für die Permanentmagneten eine konstante Dicke
aufweisen. Die konstante Dicke oder Höhe der Aufnahme-
räume für die Perma-
30 nentmagneten führt zur Ausbildung mindestens eines Luftspalts zwischen den
Aufnahme-
räumen und den jeweils darin angeordneten Permanentmagneten.
Dieser Luftspalt dämpft das aufgrund der Gestalt der Permanentmagneten be-
reits geschwächte Magnetfeld noch weiter ab. Indem man die Höhe bezie-

- 4 -

hungsweise Dicke der Permanentmagneten und die Höhe beziehungsweise Dicke des Luftspalts variiert, kann die Stärke und Form des Permanentmagnetfelds gezielt beeinflusst werden.

5 Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rotors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeräume für Permanentmagnete und/oder die Permanentmagnete selbst gekrümmt ausgebildet sind. Obwohl im Prinzip im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch gerade Permanentmagnete verwendet werden können, wurden bei im Rahmen der vorliegenden Erfindung durchgeführten Versuchen mit gekrümmten Permanentmagneten die besten Ergebnisse erzielt.

10 Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rotors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeräume für Permanentmagnete und/oder die Permanentmagnete selbst unterschiedliche Krümmungsradien aufweisen. Durch Verwendung von Permanentmagneten, die keinen konstanten Krümmungsradius, sondern unterschiedliche Krümmungsradien, zum Beispiel in Gestalt einer
15 Ellipse aufweisen, wird erreicht, dass das von den Statorwicklungen erzeugte Magnetfeld den Rotor besser durchdringen kann. Es kann somit ausgehend von den Statorwicklungen ein stärkeres Magnetfeld durch den Rotor geleitet werden, was zu einem höheren Anlass- oder Anlaufdrehmoment führt. Zudem wird der Verlauf der magnetischen Feldstärke des Permanentmagnetfelds über dem
20 Drehwinkel des Rotors weiter an die ideale Sinusform angenähert.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rotors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeräume für Permanentmagnete und/oder die Permanentmagnete selbst so gekrümmt ausgebildet und um die Drehachse des Rotors herum angeordnet sind, dass der Abstand zwischen den Aufnahmeräumen für
25 Permanentmagnete und/oder den Permanentmagneten selbst und den Aufnahmeräumen für Leiterstäbe, im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, im Bereich der Permanentmagnetachse größer als im Bereich der Neutralachse ist. Dadurch wird ausreichend Raum für die Feldlinien des von dem Stator erzeugten Magnetfelds geschaffen. Außerdem wird dadurch der Verlauf der magnetischen
30 Feldstärke des Permanentmagnetfelds über den Drehwinkel des Rotors weiter an die ideale Sinusform angenähert.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rotors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeräume für die Permanentmagneten und/oder die

- 5 -

Permanentmagnete selbst, im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, die Gestalt von Bögen aufweisen, die in Form einer Ellipse angeordnet sind, deren Hauptachse mit der Neutralachse und deren Nebenachse mit der Permanentmagnetachse zusammenfällt. Diese Anordnung hat sich bezüglich der Verteilung der Magnetfeldlinien im Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung als besonders vorteilhaft erwiesen.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Rotors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeräume für die Permanentmagneten und/oder die Permanentmagnete selbst, im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, im Bereich der Schnittpunkte mit der Permanentmagnetachse schwächer gekrümmt sind als im Bereich der Schnittpunkte mit der Neutralachse. Dadurch wird erreicht, dass sich die Permanentmagneten nicht so stark um die Rotordrehachse krümmen, sondern sich in Richtung der Neutralachse erstrecken. Das führt dazu, dass sich das von den Permanentmagneten erzeugte Permanentmagnetfeld während des synchronen Betriebs des Elektromotors möglichst breit in dem Luftspalt zwischen Rotor und Stator ausdehnt.

Die oben angegebene Aufgabe ist bei einem Elektromotor, insbesondere einem Line-Start-Elektromotor, mit einem Stator, der eine Vielzahl von Wicklungen und einen Rotoraufnahmeraum mit einem insbesondere kreisförmigen Querschnitt aufweist, dadurch gelöst, dass ein vorab beschriebener Rotor drehbar in dem Rotoraufnahmeraum aufgenommen ist. Der erfindungsgemäße Rotor führt aufgrund des annähernd sinusförmigen Verlaufs der magnetischen Feldstärke des Permanentmagnetfelds über dem Rotordrehwinkel zu einem höheren Wirkungsgrad des erfindungsgemäßen Elektromotors.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung zwei Ausführungsbeispiele im einzelnen beschrieben sind. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch einen Rotor gemäß einer ersten Ausführungsform und

Figur 2 einen Querschnitt durch einen Rotor gemäß einer zweiten Ausführungsform.

- 6 -

In Figur 1 ist ein Rotoraufnahmeraum 1 eines Stators mit einem kreisförmigen Querschnitt dargestellt. In dem Rotoraufnahmeraum 1 ist ein Rotor 2 drehbar aufgenommen. Der Rotor 2 hat ebenfalls einen kreisförmigen Querschnitt. In der Nähe des äußeren Umfangs des Rotors 2 sind Aufnahmeräume 4, 5, 6 für Leiterstäbe gleichmäßig über den Umfang des Rotors 2 verteilt angeordnet. Die Aufnahmeräume 4, 5, 6 für Leiterstäbe haben jeweils einen kreisförmigen Querschnitt. Radial innerhalb der Aufnahmeräume 4 bis 6 für Leiterstäbe sind zwei Aufnahmeräume 10 und 11 für Permanentmagneten angeordnet. Die Aufnahmeräume 10 und 11 für Permanentmagnete erstrecken sich, ebenso wie die Aufnahmeräume 4 bis 6 für Leiterstäbe, in axialer Richtung des im Wesentlichen kreiszylinderförmigen Rotors 2. Die Aufnahmeräume 10 und 11 für Permanentmagnete sind um die Drehachse des Rotors herum gekrümmt angeordnet und ausgebildet. Die Aufnahmeräume 10 und 11 haben die Gestalt von Bögen, die in Form einer Ellipse angeordnet sind.

Im Zentrum weist der Rotor 2 ein zentrales Durchgangsloch 17 auf, das zur Aufnahme einer (nicht dargestellten) Welle dient, die drehfest mit dem Rotor 2 verbunden werden kann. Über die Welle kann das von dem Elektromotor erzeugte Drehmoment abgegeben werden.

In den Aufnahmeräumen 10 und 11 sind Permanentmagnete 14 und 15 aufgenommen, die ein Permanentmagnetfeld erzeugen. Das von den Permanentmagneten 14 und 15 erzeugte magnetische Feld ist durch Magnetfeldlinien 20, 21 angedeutet. Das von den Permanentmagneten 14 und 15 erzeugte Permanentmagnetfeld weist eine Magnetachse 22 und eine Neutralachse 23 auf. Entlang der Magnetachse 22 ist die Magnetfeldstärke am größten, da dort die Abstände zwischen den Magnetfeldlinien am geringsten sind. Entlang der Neutralachse ist die Magnetfeldstärke des Permanentmagnetfelds gleich null.

In Figur 2 ist ein Rotor 2 im Querschnitt dargestellt, der dem in Figur 1 dargestellten Rotor ähnelt. Allerdings sind die Aufnahmeräume 10' und 11' nicht, wie bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, vollständig mit den Permanentmagneten 14 und 15 ausgefüllt, sondern nur teilweise. Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform füllen die Permanentmagnete 14 und 15 nicht den gesamten Querschnitt der Aufnahmeräume 10' und 11' aus. Die leeren beziehungsweise mit Luft gefüllten Teile 40, 41, 42 und 43, die auch als Luftspalte

- 7 -

bezeichnet werden, erzeugen kein Magnetfeld und dämpfen das von den Permanentmagneten 14, 15 erzeugte Magnetfeld.

In Figur 1 sieht man, dass die Dicke des Permanentmagnets 14 in einem durch Pfeile 50 markierten Bereich in der Nähe der Magnetachse 22 deutlich größer als in einem durch Pfeile 51 bezeichneten Bereich in der Nähe der Neutralachse 23 ist. Die Dicke des Permanentmagneten 14 nimmt von dem Bereich 50 zur Neutralachse 23 hin stetig ab. Der Permanentmagnet 14 ist, bezogen auf die Magnetachse 22 in sich symmetrisch und einstückig ausgebildet. Der Permanentmagnet 14 kann aber auch aus mehreren Permanentmagnetsegmenten gebildet sein. Der Permanentmagnet 15 ist, bezogen auf die Neutralachse 23, symmetrisch zu dem Permanentmagneten 14 ausgebildet. Die Aufnahmeräume 10 und 11 weisen den gleichen Querschnitt auf wie die Permanentmagneten 14 und 15.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel werden die gleichen Permanentmagneten 14 und 15 verwendet, wie bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel. Allerdings weisen die Aufnahmeräume 10' und 11' bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel eine konstante Dicke auf. Dadurch ergeben sich die Luftspalte 40 bis 43.

Durch die abnehmende Dicke der Permanentmagneten 14 und 15 wird das von den Permanentmagneten erzeugte Permanentmagnetfeld bei den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen abgeschwächt. Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sorgen die Luftspalte 40 bis 43 für eine zusätzliche Dämpfung des bereits geschwächten Magnetfelds. Die Dicke beziehungsweise Höhe der Permanentmagneten 14 und 15 und die Dicke beziehungsweise Höhe der Aufnahmeräume für die Permanentmagneten können nahezu beliebig variiert werden, um den Verlauf beziehungsweise die Verteilung der elektrischen Feldstärke des Permanentmagnetfelds in dem Luftspalt zwischen Rotor und Stator zu beeinflussen.

Ansprüche

1. Rotor für einen Elektromotor, insbesondere einen Line-Start-Elektromotor, mit in axialer Richtung verlaufenden Aufnahmeräumen (4 bis 6) für Leiterstäbe und mit in axialer Richtung verlaufenden Aufnahmeräumen (10,11;10',11') für Permanentmagnete (14,15), die so ausgebildet und angeordnet sind, dass sie ein Permanentmagnetfeld mit einer Permanentmagnetachse (22) und einer Neutralachse (23) erzeugen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke der Permanentmagneten (14,15), im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, im Bereich der Permanentmagnetachse (22) am größten ist und ausgehend von der Permanentmagnetachse (22) zur Neutralachse (23) hin insbesondere stetig abnimmt.
2. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeräume (10,11) für die Permanentmagneten (14,15) im Wesentlichen den gleichen Querschnitt aufweisen wie die Permanentmagnete (14,15) selbst.
3. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeräume (10',11') für die Permanentmagneten (14,15) eine konstante Dicke aufweisen.
4. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeräume (10,11;10',11') für die Permanentmagnete (14,15) gekrümmt ausgebildet sind.
5. Rotor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeräume (10,11;10',11') für die Permanentmagneten (14,15) und/oder die Permanentmagneten (14,15) selbst unterschiedliche Krümmungsradien aufweisen.
6. Rotor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeräume (10,11;10',11') für die Permanentmagneten (14,15) und/oder die Permanentmagneten (14,15) selbst so gekrümmt ausgebildet und um die Drehachse des Rotors herum angeordnet sind, dass der Abstand zwischen den Aufnahmeräumen (10,11;10',11') für die Permanentmagneten (14,15) und/oder den Permanentmagneten (14,15) selbst und den Aufnahmeräumen (4 bis 6) für die Leiterstäbe, im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, im Bereich der Permanentmagnetachse (22) größer als im Bereich der Neutralachse (23) ist.

- 9 -

7. Rotor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeräume (10,11;10',11') für die Permanentmagneten (14,15) und/oder die Permanentmagneten (14,15) selbst, im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, die Gestalt von Bögen aufweisen, die in Form einer Ellipse angeordnet sind, deren Hauptachse mit der Neutralachse (23) und deren Nebenachse mit der Permanentmagnetachse (22) zusammenfällt.

8. Rotor nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeräume (10,11;10',11') für die Permanentmagneten (14,15) und/oder die Permanentmagneten (14,15) selbst, im Querschnitt durch den Rotor betrachtet, im Bereich der Schnittpunkte mit der Permanentmagnetachse (22) schwächer gekrümmt sind als im Bereich der Schnittpunkte mit der Neutralachse (23).

9. Elektromotor, insbesondere Line-Start-Elektromotor, mit einem Stator, der eine Vielzahl von Wicklungen und einen Rotoraufnahmeraum (1) mit einem insbesondere kreisförmigen Querschnitt aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche drehbar in dem Rotoraufnahmeraum (1) aufgenommen ist.

1 / 1

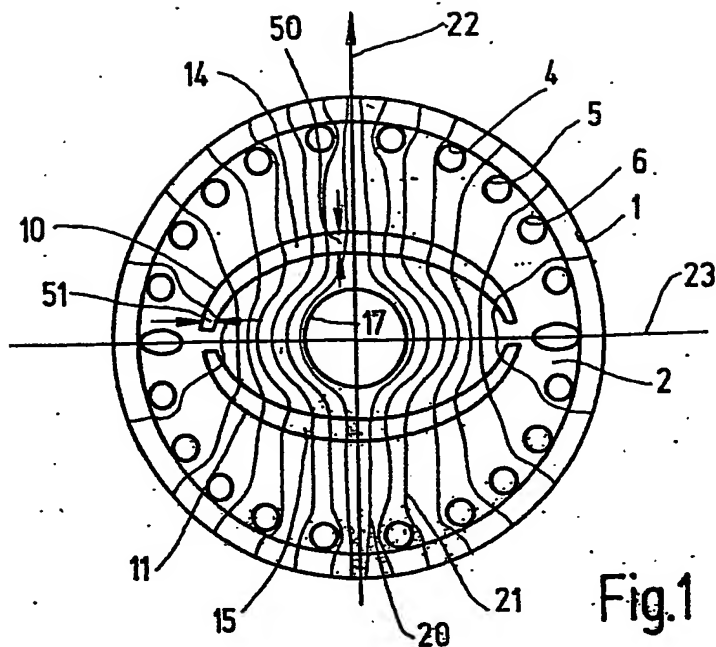


Fig.1

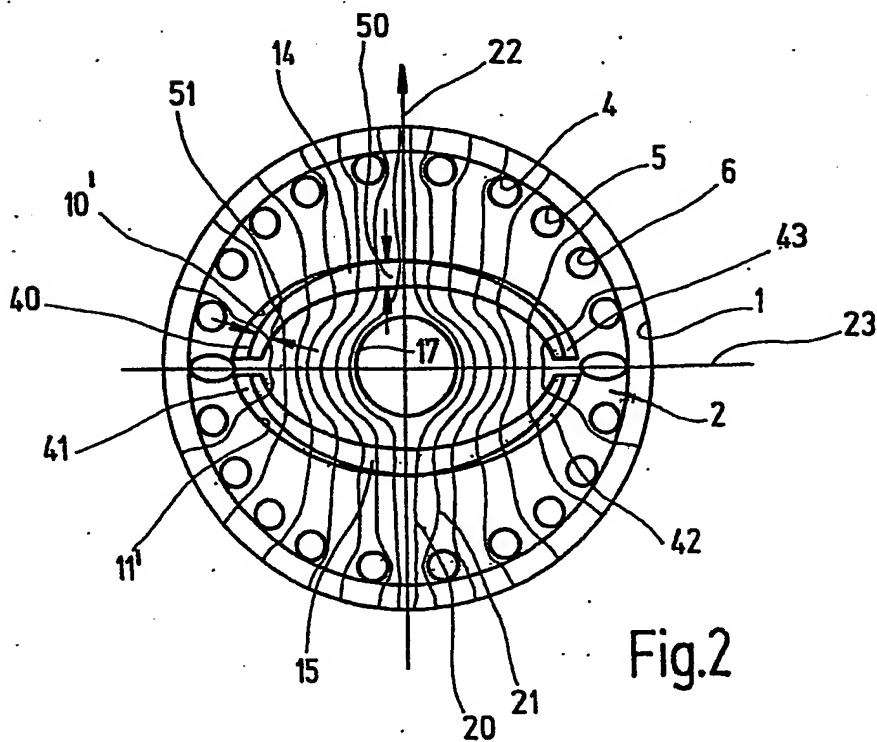


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern Application No
PCT/DK 03/00861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02K1/27 H02K21/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 01 06624 A (YOSHIDA MICHIIRO ; TAKIMOTO TORU (JP); SASAKI KENJI (JP); TAMURA T) 25 January 2001 (2001-01-25) page 1, line 23 - page 2, line 10 page 4, line 2 - line 17	1-3,9
A	---	4-8
Y	US 2002/171309 A1 (TAKAHASHI MIYOSHI ET AL) 21 November 2002 (2002-11-21) paragraph [0063]; figure 9	1-3,9
A	---	1-9
A	US 4 403 161 A (MIYASHITA KUNIO ET AL) 6 September 1983 (1983-09-06) column 2, line 6 - column 3, line 39	1-9
A	---	1-9
	US 6 239 525 B1 (KAWAMATA SHOUICHI ET AL) 29 May 2001 (2001-05-29) abstract	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "a" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 March 2004

Date of mailing of the international search report

24 MAR 2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-5018

Authorized officer

IRMA BORNHEDE/MN

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern | Application No

PCT/DK 03/00861

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0106624	A	25-01-2001	JP 2001037126 A	09-02-2001
			JP 2001037119 A	09-02-2001
			JP 2001086675 A	30-03-2001
			JP 2001095183 A	06-04-2001
			JP 2001346347 A	14-12-2001
			JP 2001346369 A	14-12-2001
			AU 6014800 A	05-02-2001
			BR 0012508 A	02-04-2002
			CN 1360748 T	24-07-2002
			EP 1198875 A1	24-04-2002
			WO 0106624 A1	25-01-2001

US 2002171309	A1	21-11-2002	JP 2002354727 A	06-12-2002

US 4403161	A	06-09-1983	JP 1248877 C	25-01-1985
			JP 54009708 A	24-01-1979
			JP 59023179 B	31-05-1984

US 6239525	B1	29-05-2001	JP 3370901 B2	27-01-2003
			JP 10146031 A	29-05-1998
			JP 2001112202 A	20-04-2001
			US 6133662 A	17-10-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DK 03/00861

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02K1/27 H02K21/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 01 06624 A (YOSHIDA MICHIMIRO ; TAKIMOTO TORU (JP); SASAKI KENJI (JP); TAMURA T) 25. Januar 2001 (2001-01-25) Seite 1, Zeile 23 - Seite 2, Zeile 10 Seite 4, Zeile 2 - Zeile 17	1-3,9
A	---	4-8
Y	US 2002/171309 A1 (TAKAHASHI MIYOSHI ET AL) 21. November 2002 (2002-11-21) Absatz [0063]; Abbildung 9	1-3,9
A	---	
A	US 4 493 161 A (MIYASHITA KUNIO ET AL) 6. September 1983 (1983-09-06) Spalte 2, Zeile 6 - Spalte 3, Zeile 39	1-9
A	---	
A	US 6 239 525 B1 (KAWAMATA SHOUICHI ET AL) 29. Mai 2001 (2001-05-29) Zusammenfassung	1-9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"a" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. März 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24 MAR 2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

IRMA BORNHEDE/MN

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DK 03/00861

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0106624 A	25-01-2001	JP 2001037126 A	09-02-2001
		JP 2001037119 A	09-02-2001
		JP 2001086675 A	30-03-2001
		JP 2001095183 A	06-04-2001
		JP 2001346347 A	14-12-2001
		JP 2001346369 A	14-12-2001
		AU 6014800 A	05-02-2001
		BR 0012508 A	02-04-2002
		CN 1360748 T	24-07-2002
		EP 1198875 A1	24-04-2002
		WO 0106624 A1	25-01-2001
US 2002171309 A1	21-11-2002	JP 2002354727 A	06-12-2002
US 4403161 A	06-09-1983	JP 1248877 C	25-01-1985
		JP 54009708 A	24-01-1979
		JP 59023179 B	31-05-1984
US 6239525 B1	29-05-2001	JP 3370901 B2	27-01-2003
		JP 10146031 A	29-05-1998
		JP 2001112202 A	20-04-2001
		US 6133662 A	17-10-2000